



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi
Verbania Pallanza

R E P O R T

CNR-ISE, 02.08

INDAGINI LIMNOLOGICHE NELL'AREA ANTISTANTE LA FOCE DEL TORRENTE SAN BERNARDINO (SOPRALLUOGO DEL 2 DICEMBRE 2008)

V. Ambrosetti, M. Manca, G. Morabito, M. Rogora & A. Visconti
M. Contesini, P. Panzani, A. Pranzo, G. Tartari & S. Vanetti

2008

Convenzione tra CNR Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Acetati S.p.A

INDAGINI LIMNOLOGICHE NELL'AREA ANTISTANTE LA FOCE DEL TORRENTE SAN BERNARDINO (SOPRALLUOGO DEL 2 DICEMBRE 2008)

PREMESSA

Come da convenzione tra il CNR Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (CNR ISE) e Acetati S.p.A., il giorno 2 dicembre 2008 si è proceduto al secondo sopralluogo annuale nell'area lacustre antistante la foce del T. San Bernardino, presso le due zone di controllo già indagate negli anni precedenti: la prima, su un fondale di circa 50 metri e a 120 metri dalla sponda destra idrografica del fiume (Stazione 1); la seconda, su un fondale di circa 100 metri ad una distanza di circa 200 metri dalla riva (Stazione 2). Ciò al fine di cogliere eventuali alterazioni delle caratteristiche termiche, chimiche e biologiche nella zona interessata dallo scarico finale del depuratore consortile di Verbania, nel quale confluiscano anche i reflui trattati derivanti dalla Acetati S.p.A.

I prelievi per le analisi chimiche, accompagnati da misure *in situ* di temperatura con termometro a rovesciamento, hanno riguardato le seguenti profondità: 0 - 10 - 20 - 30 e 45 metri (stazione 1); 0 - 15 - 30 - 45 - 60 - 75 e 90 metri (stazione 2).

Nelle due stazioni sono state inoltre eseguite misure di trasparenza con disco di Secchi e si è proceduto alla raccolta di un campione integrato nello strato 0-20 metri per l'analisi del popolamento fitoplanctonico e la determinazione di clorofilla e feofitina, nonché di campioni di zooplancton con retino (maglie di luce 126 μm) nello strato 0-40 metri nella stazione 1 e 0-50 metri nella stazione 2.

I risultati delle indagini chimiche sono stati discussi in riferimento alle caratteristiche delle acque tributarie del T. San Bernardino, anch'esse campionate il 2 dicembre, nonché alla situazione accertata nella stazione pelagica di Ghiffa il giorno successivo.

I dati di fitoplancton e zooplancton nell'areale in studio sono stati confrontati con quelli raccolti a Ghiffa nel campionamento rispettivamente il 17 ed il 3 dicembre.

TERMICA LACUSTRE

La temperatura delle acque del Lago Maggiore misurata nelle stazioni situate nella zona antistante la foce del S. Bernardino e a Ghiffa evidenziano un profilo verticale del tutto simile in epilimnio (Fig. 1). Infatti, le curve mostrano uno strato ben mescolato con temperature comprese tra 9,95 e 9,75 °C sino a 30 m di profondità.

Al di sotto di questa quota, si osserva un salto termico pressoché analogo nelle tre stazioni con un gradiente massimo di circa 2 °C tra 30 e 50 m accompagnato da un riscaldamento significativo in quelle rivierasche rispetto alle temperature rilevate a Ghiffa. Tali differenze, che risultano di poco più di 1 °C alla profondità di 50 m, segnalano gli effetti termici dello scarico, come si è già riscontrato in sopralluoghi invernali precedenti. In effetti i valori riscontrati contrastano con l'evoluzione dei processi di raffreddamento invernali delineati, nonché con l'ulteriore possibile raffreddamento dovuto alle infiltrazioni in ipolimnio delle acque tributarie assai fredde (5 °C lo stesso giorno del campionamento).

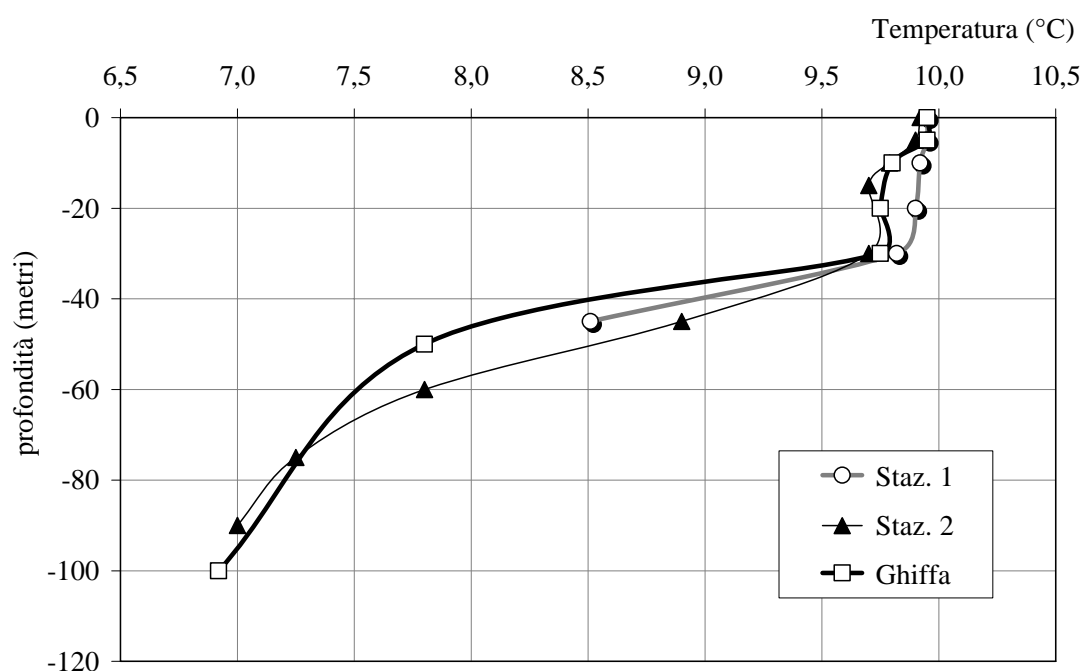


Fig. 1. Profili termici verticali misurati 02/12/08 nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) ed il giorno successivo nella stazione pelagica di Ghiffa.

ANALISI CHIMICHE

In tabella 1 sono riportati i risultati analitici relativi ai campioni raccolti nella zona di lago interessata dallo scarico su fondali di 50 metri (Stazione 1), nonché alla foce del Torrente San Bernardino. La tabella 2 riguarda i prelievi effettuati su fondali di 100 metri a circa 200 m dalla riva nello stesso areale (Stazione 2), mentre la tabella 3 riassume i valori misurati nella stazione pelagica di Ghiffa, nello strato d'acqua compreso tra la superficie ed i 100 m di profondità.

Le variabili chimiche e chimico-fisiche misurate sul campione prelevato alla foce del Torrente San Bernardino (Tab. 1) confermano le indicazioni positive sulla qualità di queste acque tributarie già evidenziate negli ultimi anni. Esse presentano infatti concentrazioni assai modeste di fosforo reattivo e totale (rispettivamente 3 e 5 $\mu\text{g P l}^{-1}$) e di azoto ammoniacale (0,004 mg N l^{-1}), nonché bassi valori di azoto nitrico (1,1 mg N l^{-1}), totale (1,29 mg N l^{-1}) ed organico (0,18 mg N l^{-1}) mostrando quindi complessivamente un carico di nutrienti algali del tutto compatibile con il mantenimento di condizioni oligotrofe del lago. Anche il chimismo di base del fiume non mostra alcuna alterazione: i valori di pH (7,42 unità), alcalinità totale (0,25 meq l^{-1}) e conducibilità a 20 °C (53 $\mu\text{S cm}^{-1}$), così come quelli di calcio (6,3 mg l^{-1}), magnesio (1,4 mg l^{-1}), sodio (1,9 mg l^{-1}), potassio (0,8 mg l^{-1}), solfati (6,5 mg l^{-1}), cloruri (1,7 mg l^{-1}) e silicati reattivi (3,6 mg l^{-1}), risultano piuttosto limitati ed in linea con le caratteristiche geochimiche del bacino versante impostato in rocce ignee.

Il confronto tra le stazioni dislocate nell'areale in studio e a Ghiffa è sinteticamente presentato nelle figure 2-17. Esse mostrano la distribuzione verticale di quelle variabili chimiche che potrebbero essere influenzate direttamente dallo scarico, oppure che potrebbero segnalare processi biochimici anomali rispetto a quelli che avvengono in lago.

Per quanto riguarda l'idrochimica della zona rivierasca non si osservano particolari differenze tra le due stazioni. Entrambe mostrano le stesse distribuzioni verticali e concentrazioni pressoché identiche sia in epilimnio che al di sotto dei 30 metri di profondità. Analoghi andamenti e valori del tutto simili vengono messi in luce anche dai rilievi analitici eseguiti nella zona pelagica di Ghiffa, nei confronti della quale si osserva una difformità soltanto per la saturazione di ossigeno (Fig. 3) che nella zona rivierasca, al di sotto dei 40 metri di profondità, appare più bassa di un 7-8 % a causa di un modesto consumo di ossigeno nel processo di mineralizzazione della sostanza organica verosimilmente derivante dalla componente urbana dello scarico.

L'esame delle distribuzioni verticali dei contenuti delle altre variabili indagate non mostra differenze significative tra i valori riscontrati nelle tre stazioni al di sotto dei 30 metri di profondità. Infatti gli andamenti ipolimnetici di pH (Fig. 2) e delle variabili più direttamente legate al chimismo di base delle acque lacustri (da Fig. 4 a Fig. 12) sono sostanzialmente analoghi, mentre le uniche differenze riguardano alcuni massimi di entità assai modesta riscontrati nella stazione 1 in superficie per sodio (Fig. 9) e cloruri (Fig. 11) ed a 20 metri per sodio e potassio (Fig. 10). Anche per le concentrazioni dei nutrienti (da Fig. 13 a Fig. 17) si rileva in tutte e tre le stazioni una sostanziale parità dei valori misurati che si mantengono su livelli bassi e decisamente buoni. Fanno eccezione le acque superficiali della stazione 1 che evidenziano tenori più alti, seppure ancora accettabili, di azoto ammoniacale ($0,030 \text{ mg N l}^{-1}$ in Fig. 14) e di fosforo totale ($16 \text{ } \mu\text{g P l}^{-1}$ in Fig. 17).

In definitiva, per quanto riguarda il chimismo delle acque rivierasche esaminate, si può affermare che l'intera zona non risulta influenzata dallo scarico e neppure evidenzia segnali di compromissione tali da destare preoccupazione in termini di inquinamento ambientale o di possibili aumenti trofici.

Tab. 1 - Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella Stazione 1 e alla foce del Torrente San Bernardino il 02/12/08.

		0 m	-10 m	-20 m	-30 m	-45 m	Foce San Bernardino
Temperatura	°C	10,0	9,9	9,9	9,8	8,5	5,00
Ossigeno	mg O ₂ l ⁻¹	9,7	9,7	9,8	9,8	8,7	-
Saturazione ossigeno	%	88	88	88	89	76	-
pH		7,58	7,61	7,62	7,58	7,40	7,42
Alcalinità totale	meq l ⁻¹	0,77	0,76	0,76	0,75	0,80	0,25
Conducibilità a 20 °C	μS cm ⁻¹	143	138	139	136	150	53
Azoto ammoniacale	mg N l ⁻¹	0,032	0,002	0,000	0,000	0,000	0,004
Azoto nitrico	mg N l ⁻¹	0,875	0,824	0,828	0,842	0,897	1,10
Azoto inorganico	mg N l ⁻¹	0,91	0,83	0,83	0,84	0,90	1,11
Azoto organico	mg N l ⁻¹	0,15	0,09	0,14	0,11	0,09	0,18
Azoto totale	mg N l ⁻¹	1,06	0,92	0,97	0,95	0,99	1,29
Fosforo reattivo	μg P l ⁻¹	7	3	3	3	3	3
Fosforo totale	μg P l ⁻¹	16	8	8	7	7	5
Silicati reattivi	mg Si l ⁻¹	1,41	1,24	1,23	1,21	1,29	3,6
Calcio	mg Ca l ⁻¹	20,8	20,5	20,6	20,3	22,3	6,3
Magnesio	mg Mg l ⁻¹	3,4	3,3	3,3	3,3	3,7	1,4
Sodio	mg Na l ⁻¹	3,5	2,9	3,1	2,9	3,2	1,9
Potassio	mg K l ⁻¹	1,5	1,4	1,6	1,5	1,5	0,8
Solfati	mg SO ₄ l ⁻¹	26,5	25,3	25,5	25,0	29,2	6,5
Cloruri	mg Cl l ⁻¹	3,1	2,7	2,8	2,7	3,0	1,7

Tab. 2 - Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate in lago nella Stazione 2 il 02/12/08.

		0 m	-15 m	-30 m	-45 m	-60 m	-75 m	-90 m
Temperatura	°C	9,9	9,7	9,7	8,9	7,8	7,3	7,0
Ossigeno	mg O ₂ l ⁻¹	9,9	9,7	9,7	8,9	8,8	8,4	8,3
Saturazione ossigeno	%	89	87	87	79	75	71	70
pH		7,59	7,57	7,54	7,44	7,40	7,38	7,31
Alcalinità totale	meq l ⁻¹	0,757	0,751	0,754	0,786	0,825	0,826	0,823
Conducibilità a 20 °C	µS cm ⁻¹	139	137	138	146	155	156	155
Azoto ammoniacale	mg N l ⁻¹	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Azoto nitrico	mg N l ⁻¹	0,846	0,754	0,838	0,875	0,898	0,882	0,850
Azoto inorganico	mg N l ⁻¹	0,85	0,76	0,84	0,88	0,90	0,88	0,85
Azoto organico	mg N l ⁻¹	0,11	0,19	0,10	0,05	0,08	0,07	0,09
Azoto totale	mg N l ⁻¹	0,96	0,94	0,94	0,92	0,98	0,95	0,94
Fosforo reattivo	µg P l ⁻¹	4	4	2	2	2	3	6
Fosforo totale	µg P l ⁻¹	8	7	6	4	4	5	8
Silicati reattivi	mg Si l ⁻¹	1,19	1,26	1,32	1,27	1,26	1,34	1,53
Calcio	mg Ca l ⁻¹	20,6	20,4	20,5	21,8	23,2	23,4	23,2
Magnesio	mg Mg l ⁻¹	3,4	3,3	3,4	3,6	3,8	3,8	3,8
Sodio	mg Na l ⁻¹	3,0	2,9	2,8	3,0	3,1	3,1	3,0
Potassio	mg K l ⁻¹	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5
Solfati	mg SO ₄ l ⁻¹	25,6	25,3	25,7	28,5	31,0	31,2	31,1
Cloruri	mg Cl l ⁻¹	2,8	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	2,8

Tab. 3 - Principali caratteristiche fisiche e fisico-chimiche riscontrate nella stazione di Ghiffa il 03/12/08.

		0 m	-5 m	-10 m	-20 m	-30 m	-50 m	-100 m
Temperatura	°C	9,9	9,7	9,7	8,9	7,8	7,3	7,0
Ossigeno	mg O ₂ l ⁻¹	9,9	9,7	9,7	8,9	8,8	8,4	8,3
Saturazione ossigeno	%	89	87	87	79	75	71	70
pH		7,59	7,57	7,54	7,44	7,40	7,38	7,31
Alcalinità totale	meq l ⁻¹	0,757	0,751	0,754	0,786	0,825	0,826	0,823
Conducibilità a 20 °C	µS cm ⁻¹	139	137	138	146	155	156	155
Azoto ammoniacale	mg N l ⁻¹	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Azoto nitrico	mg N l ⁻¹	0,846	0,754	0,838	0,875	0,898	0,882	0,850
Azoto inorganico	mg N l ⁻¹	0,85	0,76	0,84	0,88	0,90	0,88	0,85
Azoto organico	mg N l ⁻¹	0,11	0,19	0,10	0,05	0,08	0,07	0,09
Azoto totale	mg N l ⁻¹	0,96	0,94	0,94	0,92	0,98	0,95	0,94
Fosforo reattivo	µg P l ⁻¹	4	4	2	2	2	3	6
Fosforo totale	µg P l ⁻¹	8	7	6	4	4	5	8
Silicati reattivi	mg Si l ⁻¹	1,19	1,26	1,32	1,27	1,26	1,34	1,53
Calcio	mg Ca l ⁻¹	20,6	20,4	20,5	21,8	23,2	23,4	23,2
Magnesio	mg Mg l ⁻¹	3,4	3,3	3,4	3,6	3,8	3,8	3,8
Sodio	mg Na l ⁻¹	3,0	2,9	2,8	3,0	3,1	3,1	3,0
Potassio	mg K l ⁻¹	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5
Solfati	mg SO ₄ l ⁻¹	25,6	25,3	25,7	28,5	31,0	31,2	31,1
Cloruri	mg Cl l ⁻¹	2,8	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	2,8

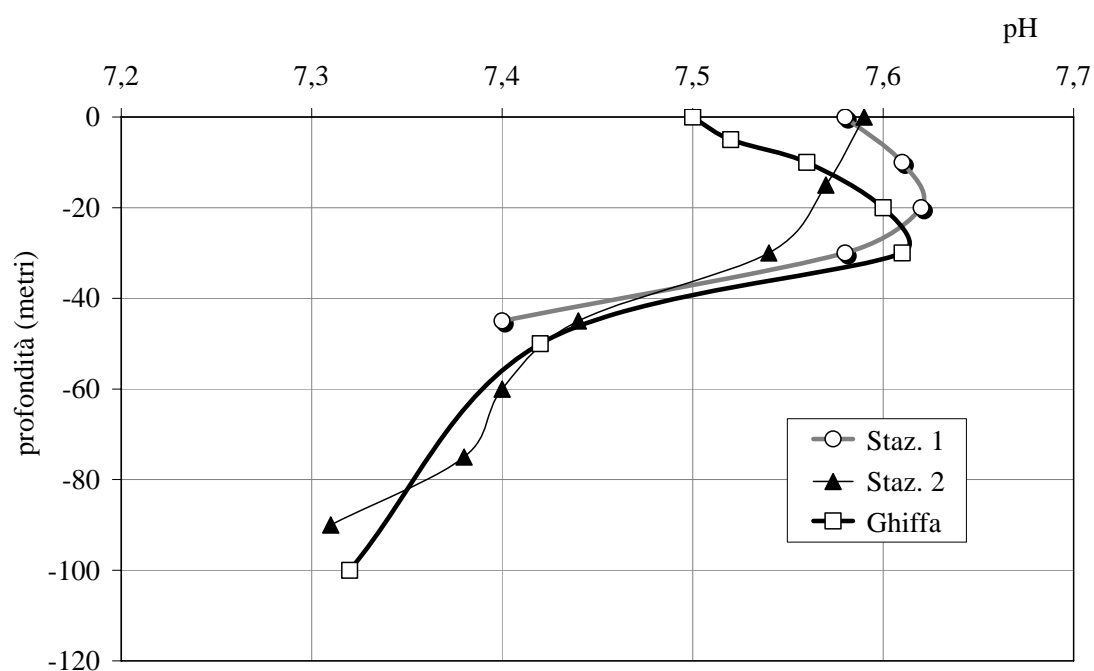


Fig. 2. Distribuzione verticale dei valori di pH nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

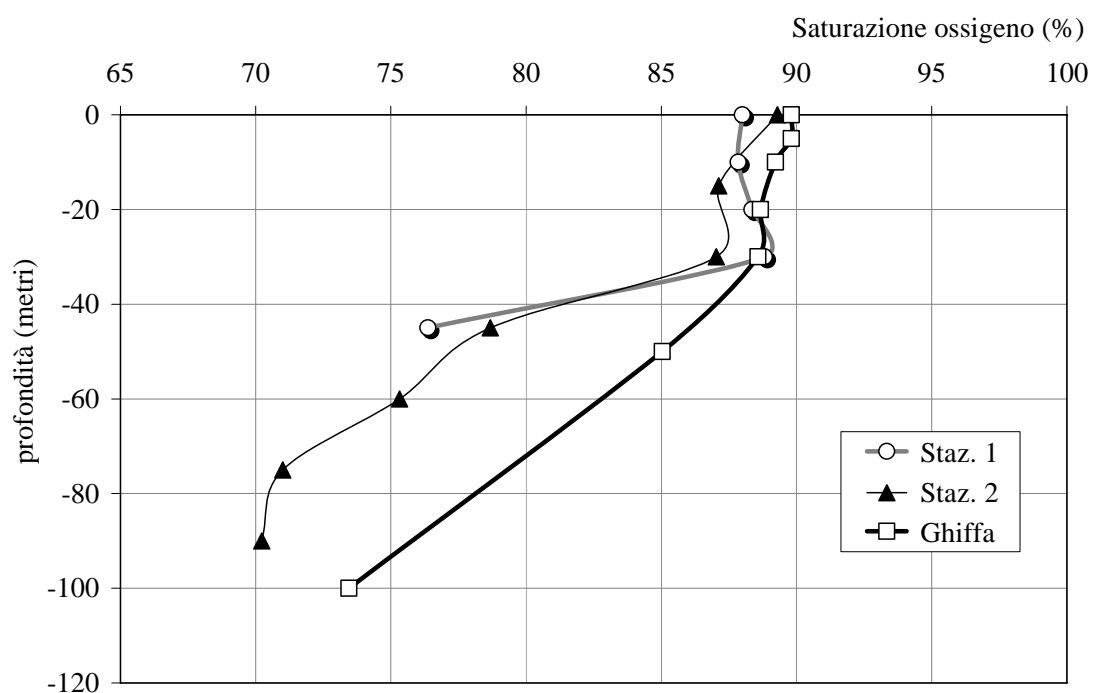


Fig. 3. Distribuzione verticale dei valori di saturazione di ossigeno nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

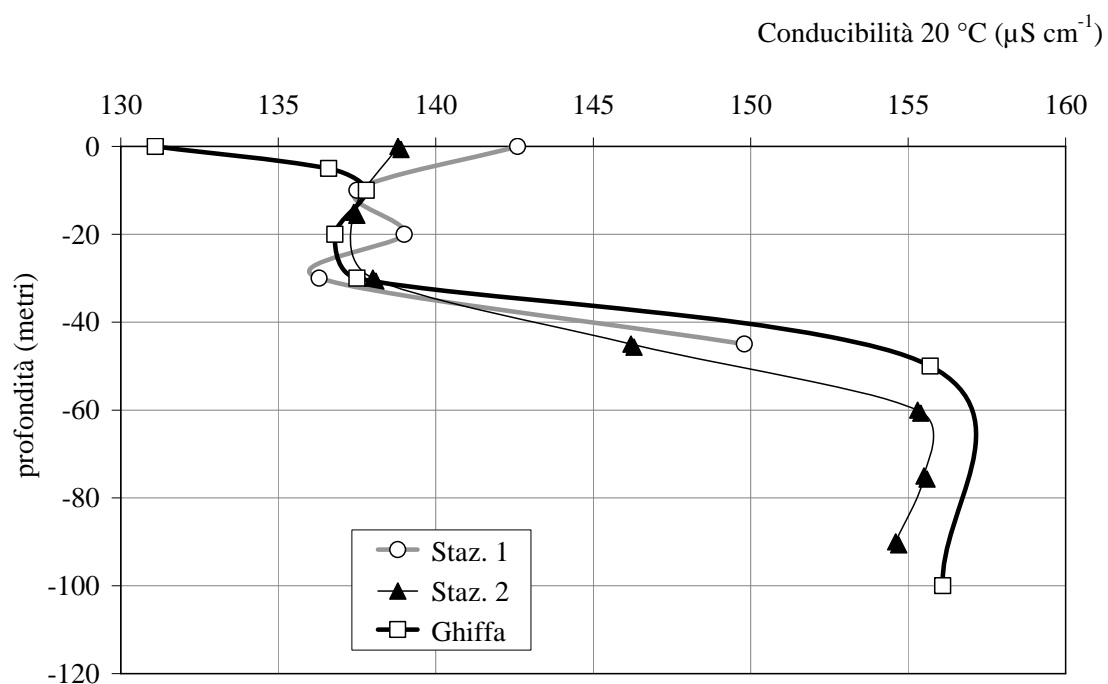


Fig. 4. Distribuzione verticale dei valori di conducibilità nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

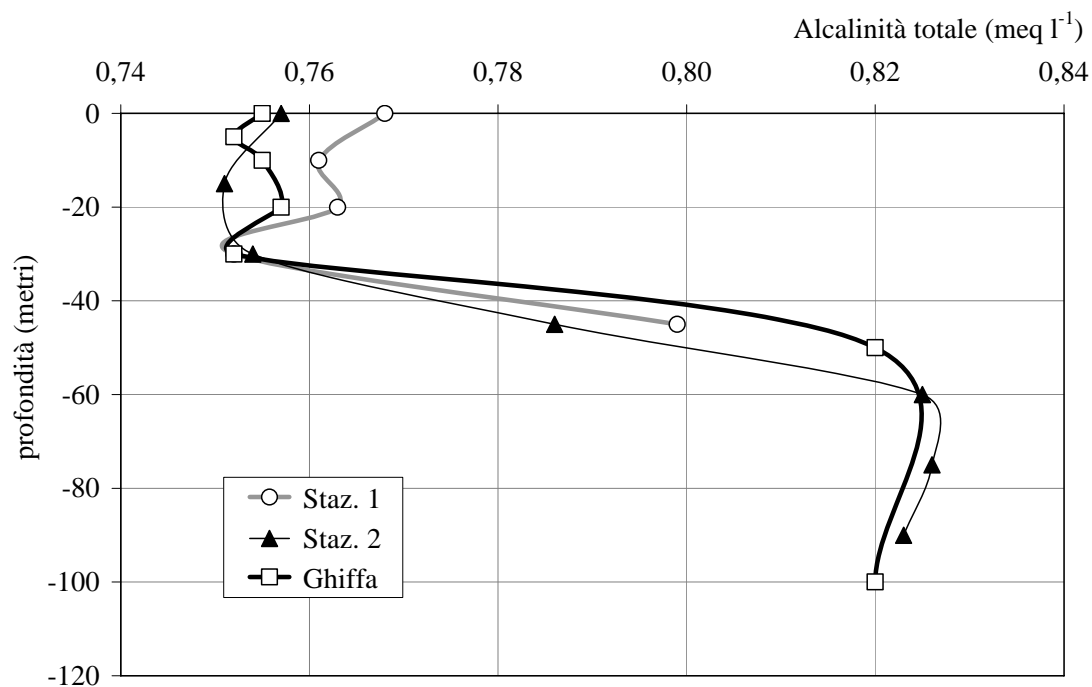


Fig. 5. Distribuzione verticale delle concentrazioni di alcalinità totale nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

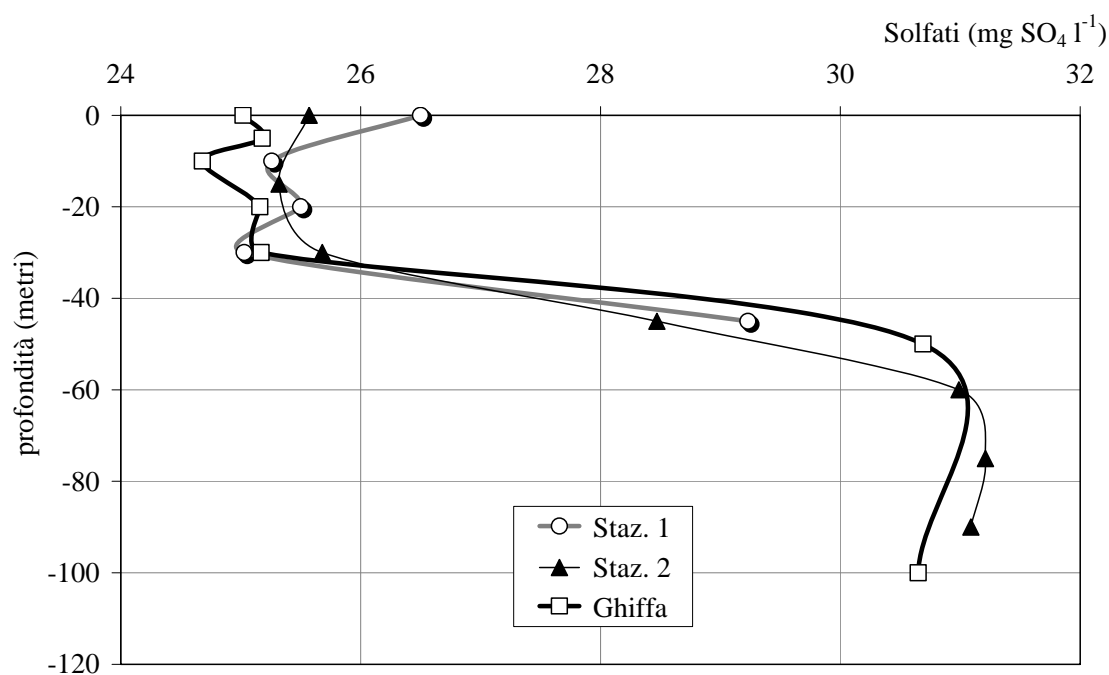


Fig. 6. Distribuzione verticale delle concentrazioni di solfati nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

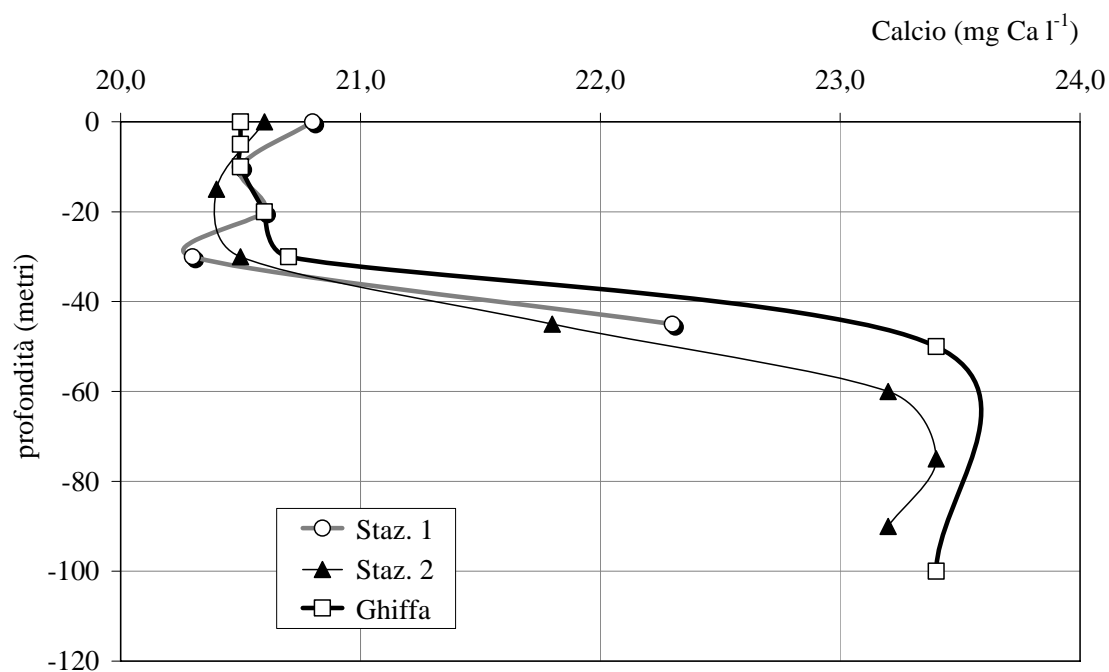


Fig. 7. Distribuzione verticale delle concentrazioni di calcio nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

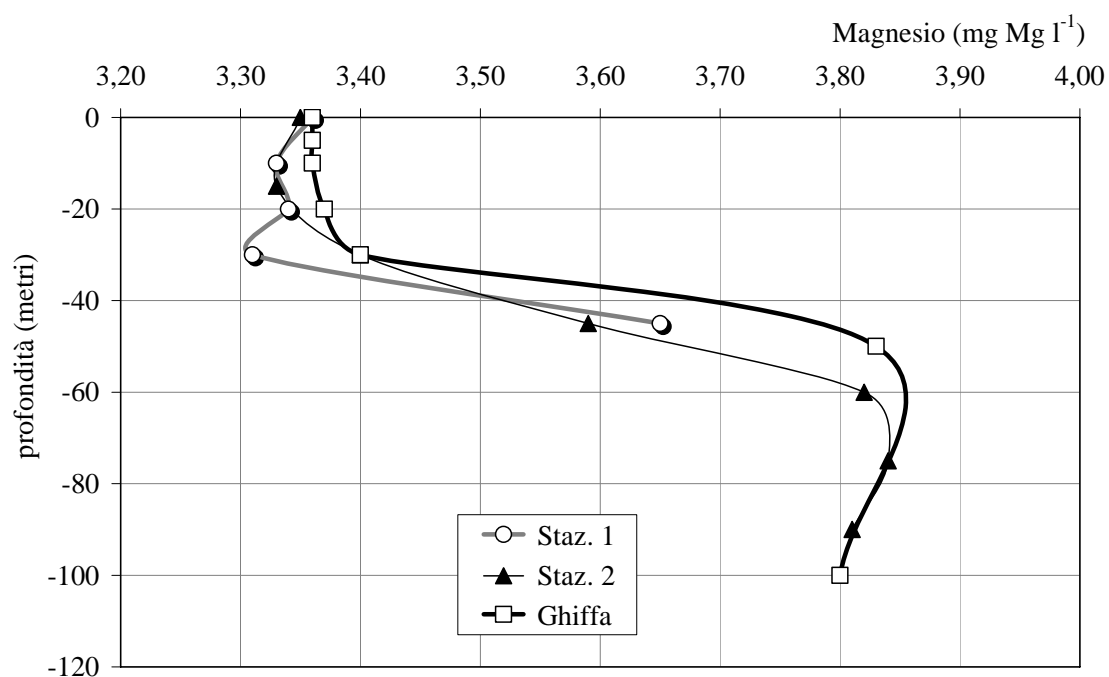


Fig. 8. Distribuzione verticale delle concentrazioni di magnesio nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

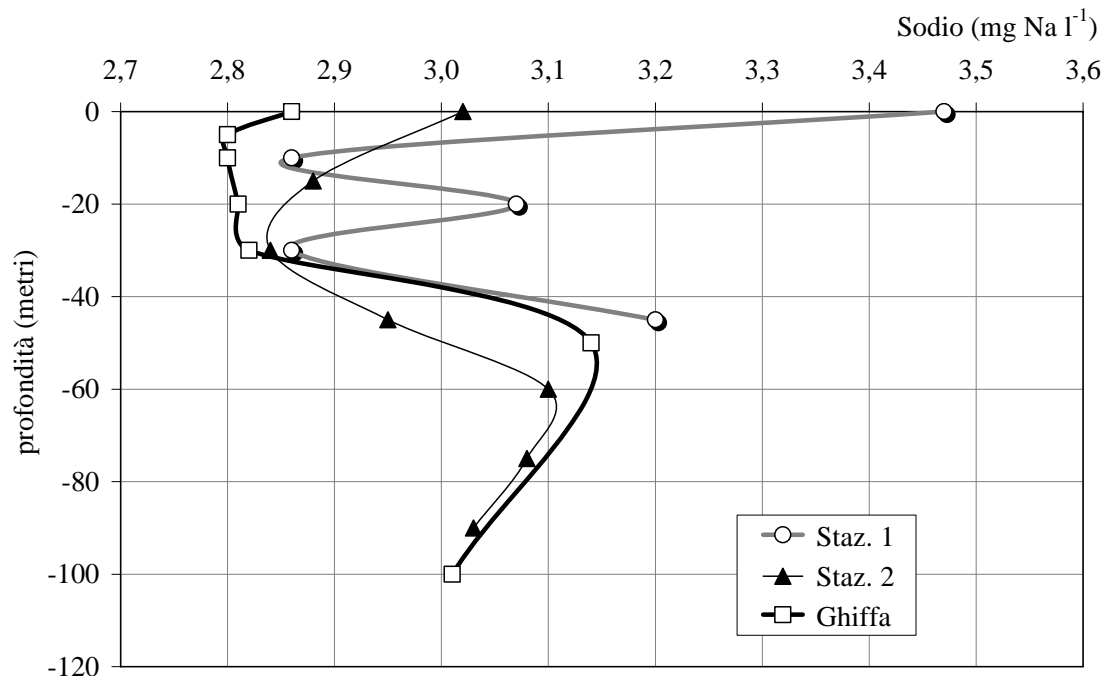


Fig. 9. Distribuzione verticale delle concentrazioni di sodio nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

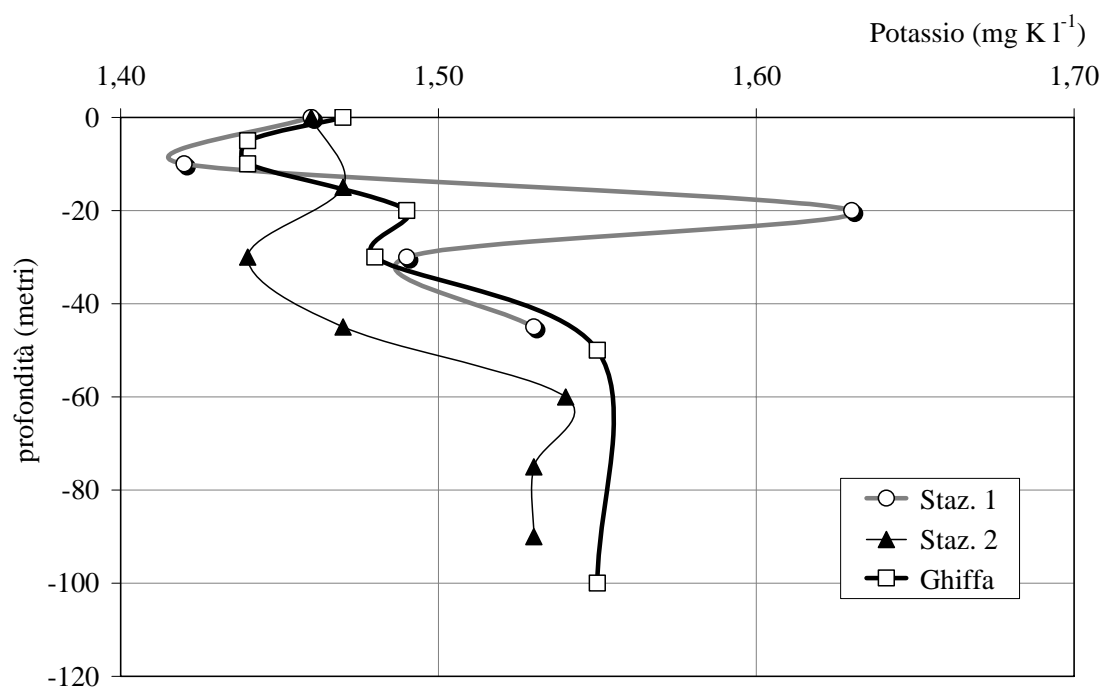


Fig. 10. Distribuzione verticale delle concentrazioni di potassio nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

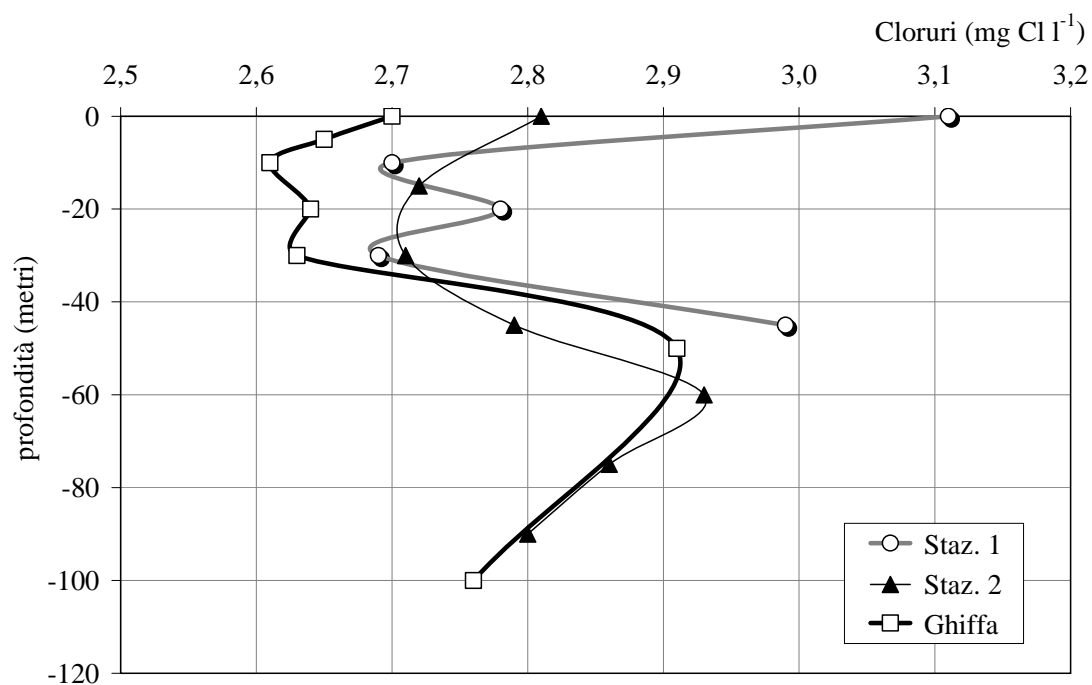


Fig. 11. Distribuzione verticale delle concentrazioni di cloruri nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

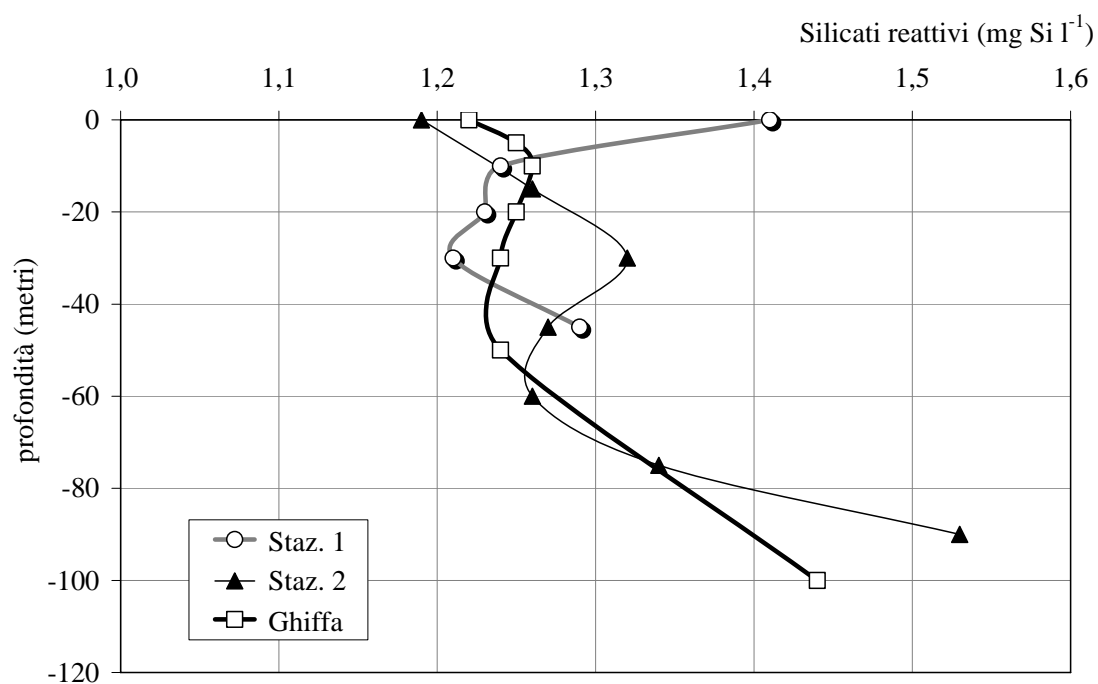


Fig. 12. Distribuzione verticale delle concentrazioni di silicati reattivi nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

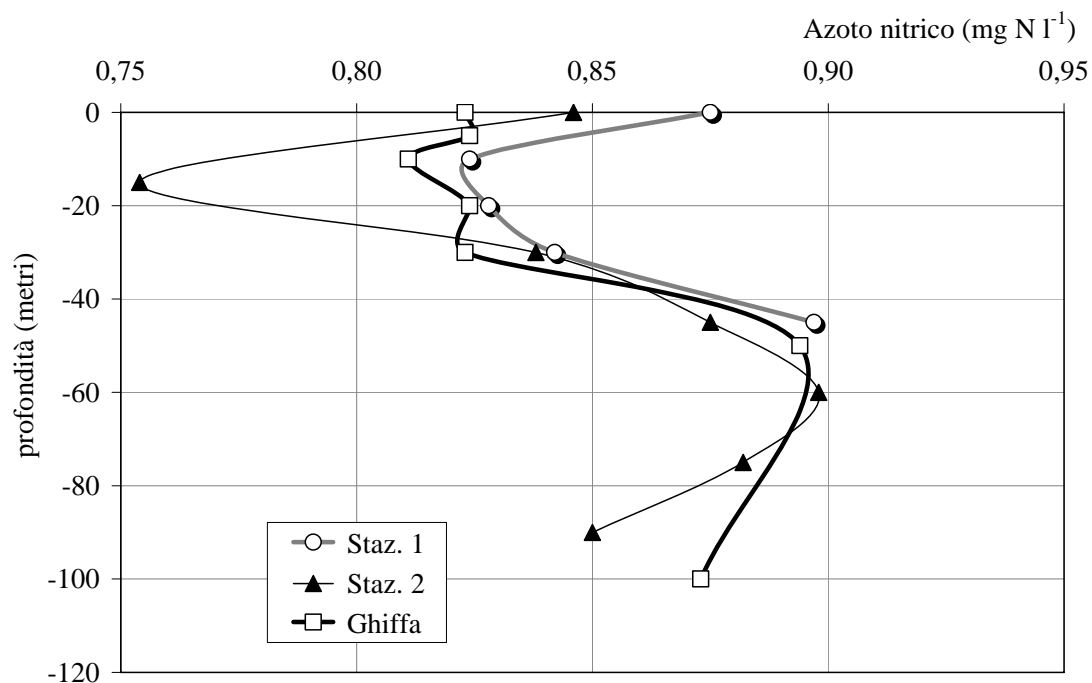


Fig. 13. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto nitrico nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

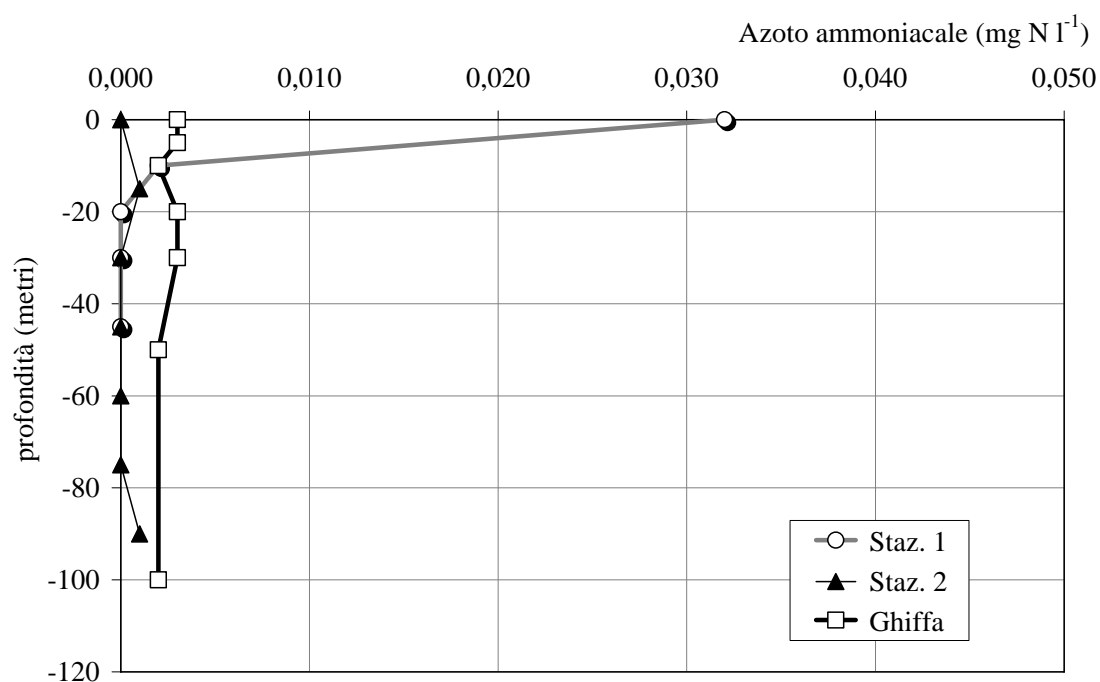


Fig. 14. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto ammoniacale nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

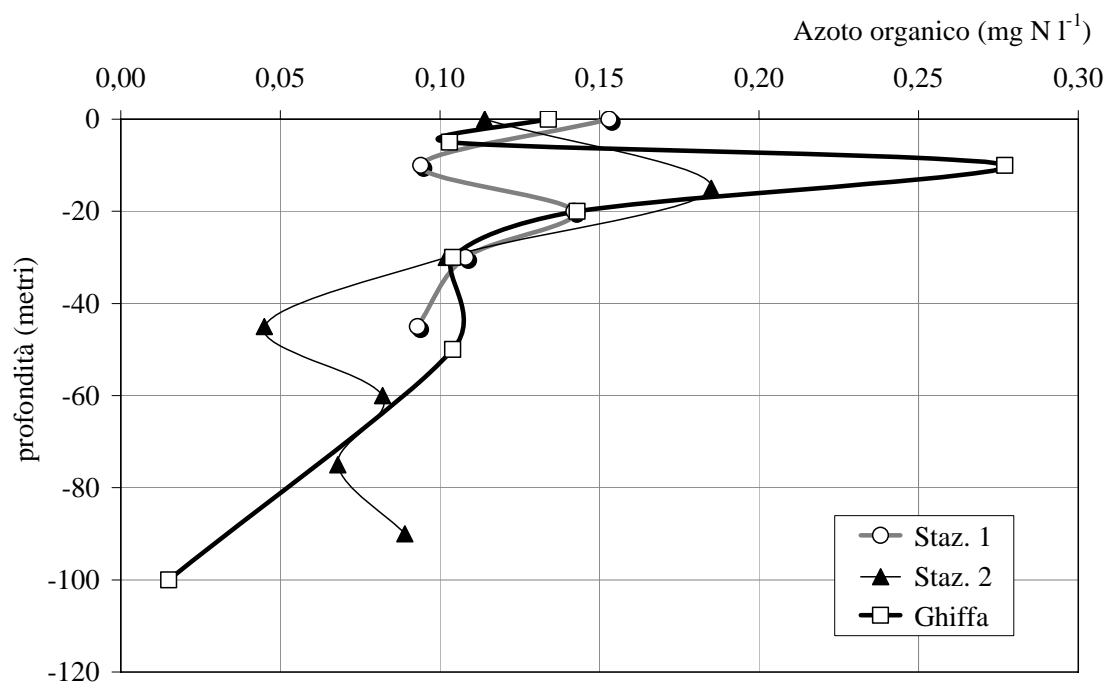


Fig. 15. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto organico nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

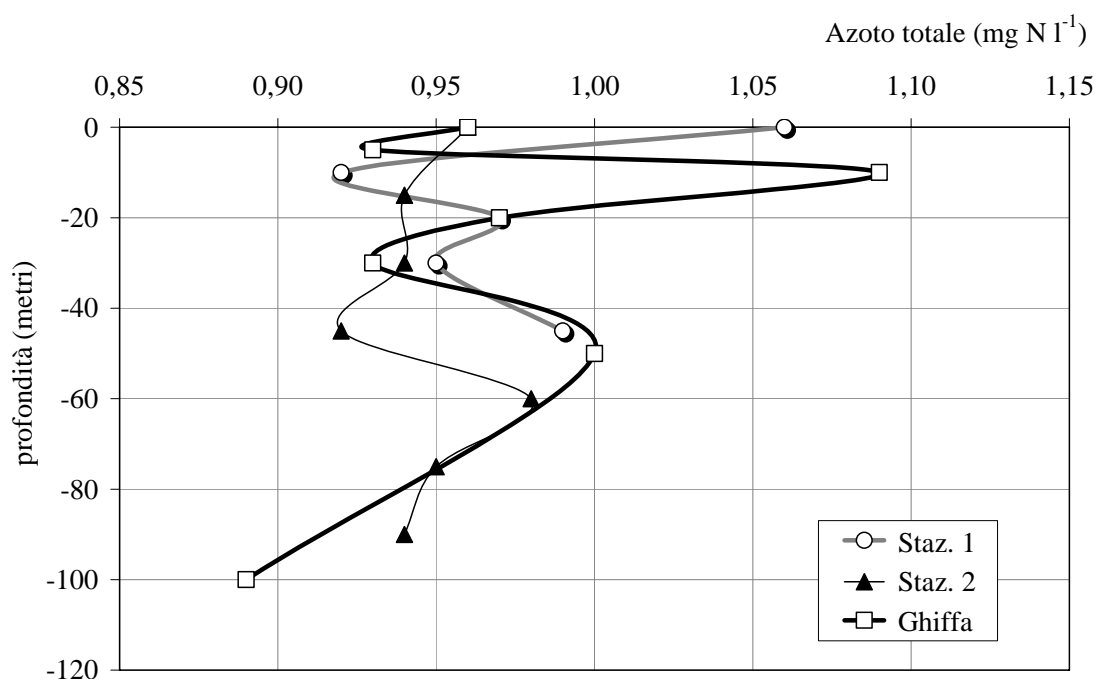


Fig. 16. Distribuzione verticale delle concentrazioni di azoto totale nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

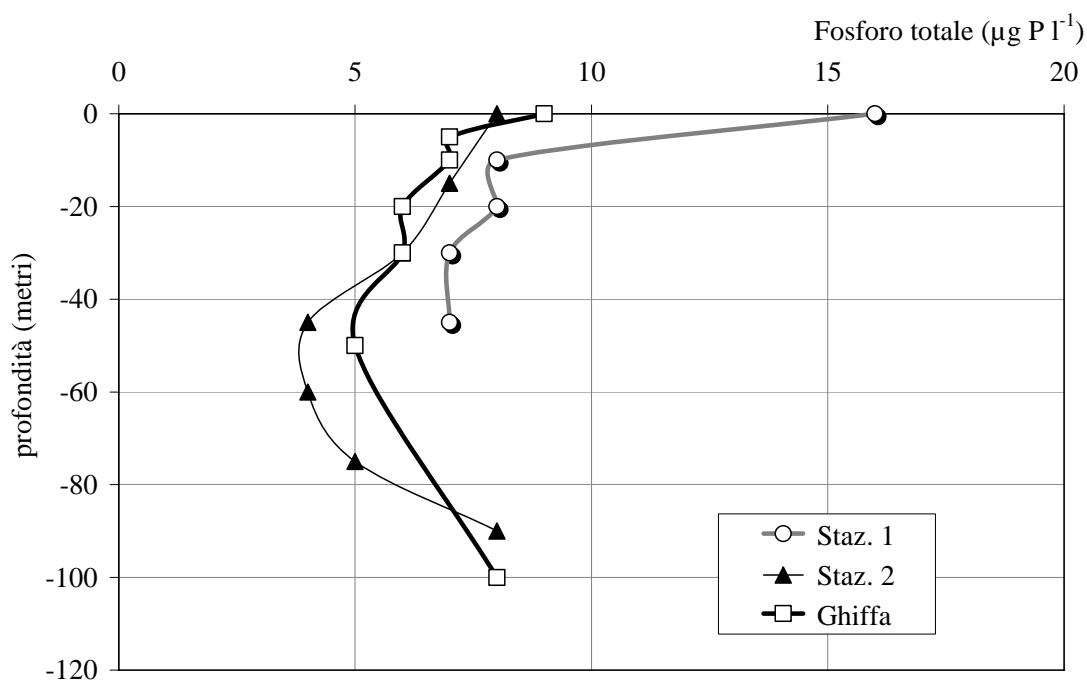


Fig. 17. Distribuzione verticale delle concentrazioni di fosforo totale nella zona interessata dallo scarico (Stazioni 1 e 2) e nella stazione di Ghiffa.

POPOLAMENTI PLANCTONICI

FITOPLANCTON

I campionamenti effettuati nel dicembre 2008 corrispondono al periodo dell'anno nel quale la temperatura dell'acqua e la radiazione luminosa, entrambe diminuite a valori invernali, possono diventare limitanti per la crescita dei popolamenti algali. La tendenza verso una riduzione della densità algale si riflette in un aumento della trasparenza della colonna d'acqua. La trasparenza misurata nelle tre stazioni di prelievo risulta identica nelle Stazioni 1 e 2, mentre in quella di Ghiffa mostra un valore leggermente più elevato, sebbene non sostanzialmente diverso (Tab. 4). Le differenze di trasparenza osservate, sembrano peraltro riflettere la variabilità spaziale delle concentrazioni di clorofilla, che mostrano valori molto simili nelle Stazioni 1 e 2, mentre la concentrazione è leggermente inferiore a Ghiffa. La concentrazione della clorofilla è, a sua volta, ben correlata con la biomassa totale del fitoplancton, che mostra un analogo andamento crescente.

In termini di densità algale, la Stazione 2 risulta essere quella con una maggiore abbondanza di fitoplancton, soprattutto a causa della più elevata concentrazione di ultraplancton (Tab. 5), che, peraltro, incide poco sulla biomassa complessiva, il cui valore risulta simile tra le Stazioni 1 e 2. Tuttavia, come altre volte sottolineato, l'impossibilità di ottenere un'informazione più dettagliata sulla composizione specifica dell'ultraplancton non permette di attribuire un chiaro significato ecologico a quanto osservato.

Per quanto riguarda gli altri popolamenti (Tab. 5), si osserva, in generale, una sostanziale uniformità nella composizione specifica, in particolare a carico delle specie più importanti. Ciò induce a ritenere, ragionevolmente, che non vi siano significative differenze fra le tre stazioni per quanto riguarda i parametri chimici e fisici che controllano lo sviluppo degli organismi algali.

Se poi consideriamo in dettaglio la struttura in specie del fitoplancton (Tab. 5), che spesso è più variabile del biovolume o dei numeri totali di cellule, possiamo affermare che, riguardo a questo parametro, le differenze fra le tre stazioni sono minime: a prima vista, la più rilevante sembra la presenza di un numero inferiore di specie nella Stazione di Ghiffa, che si riflette in valori più bassi di densità e biovolume rispetto alle Stazioni 1 e 2. La presenza di un'abbondanza fitoplanctonica inferiore nel sito pelagico di Ghiffa potrebbe essere una conseguenza del fatto che il campionamento a Ghiffa è stato effettuato con due settimane di ritardo, quindi vi è stato un ulteriore raffreddamento dell'acqua ed un progressivo rallentamento della crescita del fitoplancton, soprattutto in un periodo nel quale il bilancio netto dei popolamenti è solitamente negativo e la mortalità degli organismi è elevata, date le meno favorevoli condizioni climatiche. Peraltro, come rilevato in tutte le occasioni precedenti, le specie dominanti sono comuni sia alle Stazioni 1 e 2 che a quella di Ghiffa e la modesta variabilità riscontrata interessa specie di minore importanza: considerate le caratteristiche generali dei siti campionati, tali differenze, proprio perchè di scarsa entità, potrebbero rientrare nella normale variabilità spaziale dei popolamenti algali. Inoltre, alcune tra le specie in questione sono state rinvenute con concentrazioni talmente basse da fare pensare che la loro presenza o assenza in una delle tre stazioni sia dovuta, soprattutto, alla difficoltà di individuarle con il metodo di conteggio utilizzato.

Come spiegato in rapporti precedenti, differenze di abbondanza di alcune specie rientrano nella normale variabilità spazio-temporale dei popolamenti, che, nel caso del

fitoplancton, può essere rilevante anche in intervalli di tempo relativamente brevi ed in siti leggermente differenti per quanto riguarda i valori di alcuni parametri limnologici. Una corretta valutazione di eventuali impatti sulle comunità algali va fatta sulla base della struttura dei popolamenti. Anche in questo caso, il fatto di ritrovare popolamenti algali con la stessa struttura in tutte e tre le stazioni esaminate è sicuramente indice di una sostanziale uniformità di condizioni chimico-fisiche.

La letteratura scientifica attribuisce un significato maggiore a differenze di composizione esistenti all'interno del gruppo delle specie dominanti, cioè quelle specie che, proprio poiché si sviluppano più di altre, possono indicare, se diverse da un sito all'altro, l'esistenza di situazioni ambientali diverse. Poiché si osserva che le specie più importanti sono dovunque le stesse, si può affermare che le condizioni ecologiche delle tre stazioni sono omogenee e che, dall'esame del fitoplancton, non emergono indicazioni di un possibile inquinamento delle acque rivierasche o di differenze trofiche fra le stazioni campionate.

Tab. 4 - Trasparenza misurata con il disco di Secchi e concentrazione di clorofilla *a*, *b*, *c* e feofitina (mg m^{-3}), nelle stazioni 1 e 2 dell'areale esaminato e nella stazione di Ghiffa.

Data	Stazione	Trasparenza m	Metodo LORENZEN		Metodo U.N.E.S.C.O.		
			Chl. <i>a</i>	Feofitina	Chl. <i>a</i>	Chl. <i>b</i>	Chl. <i>c</i>
02/12/2008	Staz. 1	6,00	1,75	0,51	2,04	0,15	0,56
02/12/2008	Staz. 2	6,00	1,87	0,35	2,06	0,16	0,60
17/12/2008	Ghiffa	7,00	0,97	0,40	1,21	0,05	0,37

Tab. 5 - Lago Maggiore. Foce del T. San Bernardino. Densità (10^3 cell l^{-1}) e biomassa ($mm^3 m^{-3}$) delle singole specie di fitoplancton, nelle stazioni 1 e 2 (02/12/08) e di Ghiffa (17/12/08).

	Staz. 1 densità	Staz. 1 biomassa	Staz. 2 densità	Staz. 2 biomassa	Ghiffa densità	Ghiffa biomassa
Ultraplancton	16088,4	6,4	51450,0	20,6	9604,0	3,8
<i>Cyanobium</i> sp.	8632,8	4,3	15680,0	7,8	3743,6	1,9
<i>Aphanothece</i> cfr. <i>smithii</i>	58,0	0,0	88,0	0,0	72,0	0,0
<i>Woronichinia naegeliana</i>	16,2	0,5	76,0	2,4		
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>			95,0	9,2		
<i>Planktothrix agardhii</i>	15,4	0,9	102,6	6,0	184,6	10,7
<i>P. rubescens</i>	31,4	2,0			148,6	9,5
<i>Pseudanabaena woronichinii</i>	6,6	0,1	2,8	0,0		
<i>Geitlerinema</i> sp.	158,0	4,9	228,0	7,1	179,8	5,6
<i>Tychonema bourellyi</i>	37,3	3,8			81,6	8,2
<i>Synechococcus</i> sp.	24,2	0,1	13,2	0,1	29,2	0,1
TOTALE CYANOBACTERIA	8979,9	16,6	16286,6	32,6	4439,4	36,0
<i>Cyclotella comensis</i>	0,6	0,2	1,6	0,5		
<i>C. comensis</i> morf. <i>minima</i>	34,8	1,2	25,2	0,9	28,4	1,0
<i>C. atomus</i>	2,4	0,1	3,6	0,2	2,8	0,1
<i>C. ocellata</i>	0,4	0,5	0,8	1,1	1,2	1,6
<i>Cyclostephanos dubius</i>	33,4	2,6	13,6	1,0	10,0	0,8
<i>Stephanocostis chantaicus</i>	5,4	0,3	4,8	0,3	5,6	0,3
<i>Stephanodiscus alpinus</i>	0,4	1,2				
<i>S. parvus</i>	2,8	0,3	4,8	0,5	7,2	0,8
<i>S. minutulus</i>	0,8	0,1	3,6	0,6	12,0	1,9
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0,8	0,9	0,4	0,5		
<i>Fragilaria crotonensis</i>	114,8	95,7	114,4	95,4	170,4	142,1
<i>Synedra acus</i>	0,2	1,7	0,4	3,3		
<i>Asterionella formosa</i>	216,0	89,0	314,0	129,4	53,6	22,1
TOTALE BACILLARIOPHYCEAE	412,8	193,8	487,2	233,7	291,2	170,7
<i>Mallomonas caudata</i>	0,2	1,2	0,4	2,4		
<i>M. akrokomos</i>	0,8	0,3	0,4	0,1		
<i>Chrysochromulina parva</i>	150,8	7,6	152,0	7,7	117,6	6,0
Cfr. <i>Ochromonas</i> sp.	10,8	0,1	9,8	0,1	6,4	0,1
TOTALE CHRYSOPHYCEAE	162,6	9,2	162,6	10,3	124,0	6,1
<i>Katablepharis ovalis</i>	13,8	2,7	10,4	2,0	23,6	14,3
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	97,8	8,9	126,0	11,5	157,2	14,3
<i>Rhodomonas minuta</i>	12,0	2,0	9,6	1,6	18,8	3,1
<i>Cryptomonas erosa</i>	13,8	24,9	23,6	42,6	8,0	14,4
<i>Cryptomonas</i> sp.	1,4	3,2	8,4	19,5	8,4	19,5
TOTALE CRYPTOPHYCEAE	138,8	41,7	178,0	77,2	216,0	55,9
<i>Gymnodinium helveticum</i>	0,6	6,1			0,8	8,1
<i>G. uberrimum</i>			0,6	4,1		
<i>Gymnodinium</i> spp.	1,2	1,2	2,4	2,3	0,8	0,8
<i>Ceratium hirundinella</i>	0,4	28,9				
TOTALE DINOPHYCEAE	2,2	36,2	3,0	6,4	1,6	8,9
<i>Ankyra lanceolata</i>	5,0	0,2	4,8	0,2	2,8	0,1
<i>Nephrocytium agardhianum</i>	1,6	0,2				
<i>Closterium pronum</i>	0,6	4,0	1,0	6,7	1,2	8,0
<i>C. acutum</i> v. <i>variabile</i>	0,4	0,3				
TOTALE CHLOROPHYTA	7,6	4,7	5,8	6,9	4,0	8,1
TOTALE GENERALE	25792,3	308,6	68573,2	387,7	14680,2	289,5

ZOOPLANCTON

In tabella 6 sono riportati i dati di densità numerica e composizione specifica dello zooplancton nelle due stazioni del lago situate a 50 e a 100 m dalla riva (Staz. 1 e Staz. 2, rispettivamente), e in quella di riferimento in zona pelagica (Ghiffa). L'analisi delle densità di popolazione delle diverse componenti del popolamento zooplanctonico (Fig. 18) consente di mettere in luce una netta preponderanza dei rotiferi nelle due stazioni più rivierasche, con valori di 27-28 ind l⁻¹, più che doppi di quelli riscontrati nel pelago. Nella stazione pelagica dominano i copepodi, con densità di popolazione intorno a 15 ind l⁻¹, e con un graduale aumento della presenza numerica dalla riva verso il pelago. Anche i cladoceri risultano avere, nella stazione di Ghiffa, densità di popolazione circa doppie rispetto a quelle rilevate nelle stazioni 1 e 2.

Osservando nel dettaglio il popolamento a rotiferi (Fig. 19) si nota come le maggiori differenze tra le stazioni siano ascrivibili sostanzialmente a tre specie: *Polyarthra vulgaris-dolichoptera* gr., *Polyarthra maior* e *Trichocerca* sp. Tali specie raggiungono nelle stazioni rivierasche valori tre volte maggiori rispetto a quelli rilevati a Ghiffa. Altre specie comuni ai tre siti, quali *Keratella cochlearis* e *Pompholyx sulcata* presentano densità di popolazione molto simili nelle tre stazioni campionate. Mentre nelle zone più rivierasche il popolamento sembra essere dominato da *P. vulgaris-dolichoptera*, nel pelago la densità di popolazione di questo taxon risulta pressoché eguale a quella di *Keratella cochlearis*.

Il popolamento a copepodi (Fig. 20) presenta un andamento inverso rispetto a quello dei rotiferi, con una graduale tendenza all'aumento della densità di popolazione dalla riva verso il pelago, e una presenza numerica a Ghiffa circa doppia di quella della stazione 1. L'incremento in densità è dovuto a entrambe le componenti del popolamento (diaptomidi e ciclopidi), che dunque non risulta alterato nella sua struttura. Tra i ciclopidi domina la specie di taglia minore, *Mesocyclops leuckarti*, rispetto al più grosso *Cyclops abyssorum*, mentre è sporadica la presenza di *Megacyclops viridis*, che compare negli stadi di sviluppo naupliare solamente nella stazione 2. Il popolamento a diaptomidi del lago risulta, così come osservato nella fase più recente della sua evoluzione, composto in maniera esclusiva dalla specie *Eudiaptomus padanus*, essendo oramai occasionale la presenza di *E. gracilis* nel pelago del lago (6 ind m⁻³).

Così come solitamente osservato in questo periodo dell'anno, la presenza numerica dei cladoceri risulta decisamente modesta. La loro densità di popolazione è più che doppia nella stazione pelagica rispetto a quelle più rivierasche (Fig. 21). L'incremento è in larga misura determinato da *Daphnia hyalina-galeata*, il cladocero filtratore di maggiori dimensioni e con maggiore efficienza di rimozione delle particelle in sospensione.

Tab. 6 - Composizione tassonomica e densità di popolazione (ind m⁻³) dello zooplancton nelle due stazioni dell'areale rivierasco esaminato (02/12/08) e nella stazione pelagica di Ghiffa (3/12/08).

		<i>Stazione 1</i>	<i>Stazione 2</i>	<i>Ghiffa</i>
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	adulti	0	0	6
<i>Eudiaptomus padanus</i>	nauplii	2020	1973	3474
	copepoditi	1040	926	1862
	adulti	617	503	1538
Diaptomidi	totale	3677	3402	6880
<i>Cyclops abyssorum</i>	nauplii	383	725	1400
	copepoditi	188	114	437
	adulti	20	54	170
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	nauplii	2195	2711	4254
	copepoditi	919	1275	1402
	adulti	40	27	28
<i>Megacyclops viridis</i>	nauplii	0	20	0
Ciclopidi	totale	3745	4926	7692
	Totale Copepodi	7422	8328	14572
<i>Daphnia (hyalina-galeata gruppo)</i>		141	141	341
<i>Eubosmina longispina</i> spp.		81	40	74
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		40	40	79
<i>Leptodora kindtii</i>		0	0	0
<i>Bythotrephes longimanus</i>		0	0	6
	Totale Cladoceri	262	221	500
<i>Asplanchna priodonta</i>		322	403	1002
<i>Keratella cochlearis</i>		4678	3832	3764
<i>Keratella quadrata</i>		13	13	38
<i>Synchaeta oblonga</i>		134	94	84
<i>Synchaeta tremula</i>		295	275	115
<i>Trichocerca</i> sp.		3886	4752	1477
<i>Polyarthra vulgaris-dolichoptera</i>		14195	15638	4155
<i>Polyarthra maior</i>		1483	1067	459
<i>Kellicottia longispina</i>		128	128	275
<i>Filinia longiseta</i>		13	27	8
<i>Conochilus hippocrepis</i>		483	255	398
<i>Pompholyx sulcata</i>		698	745	459
<i>Lecane</i> gr. <i>luna</i>		0	7	0
<i>Notholca acuminata-labis</i>		34	27	31
<i>Ascomorpha ovalis</i>		430	523	168
<i>Gastropus stylifer</i>		54	0	15
<i>Collotheca</i> sp.		436	497	482
	Totale Rotiferi	27282	28283	12930
	Totale popolamento	34966	36832	28002

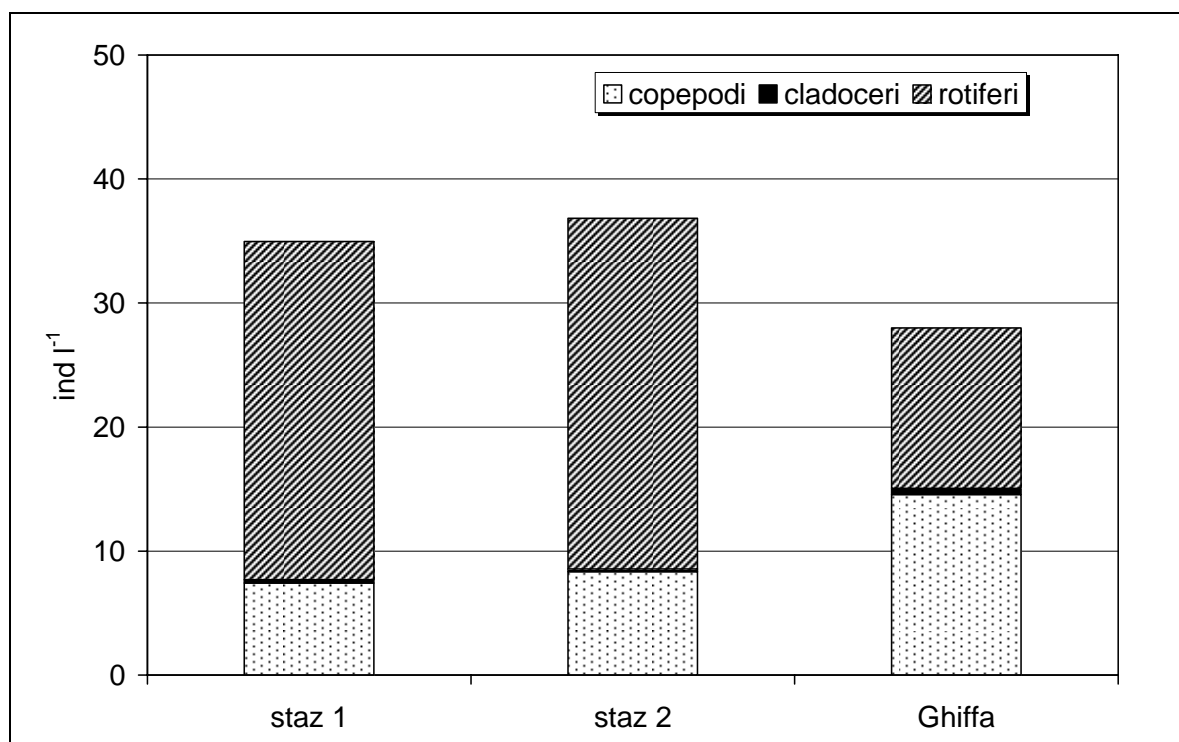


Fig. 18. Struttura e densità numerica del popolamento zooplanctonico nelle tre stazioni del Lago Maggiore campionate nel dicembre del 2008.

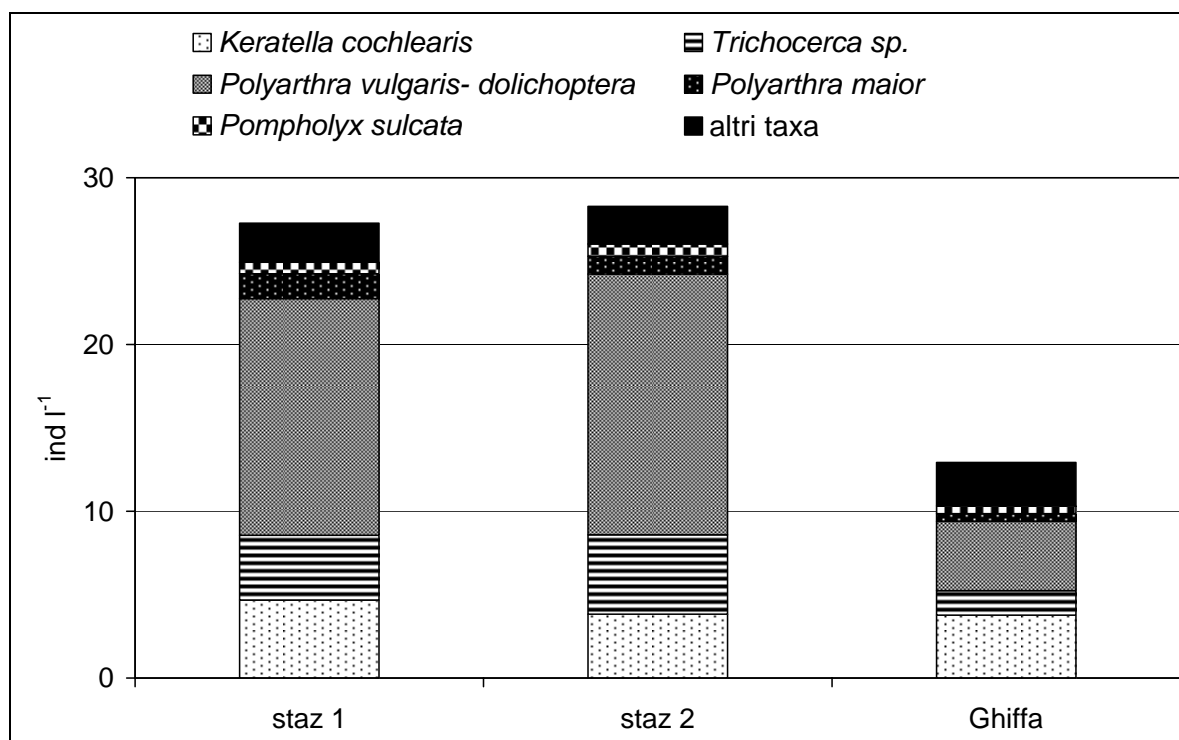


Fig. 19. Densità di popolazione delle principali specie componenti il popolamento a rotiferi nelle tre stazioni del Lago Maggiore campionate (dicembre 2008).

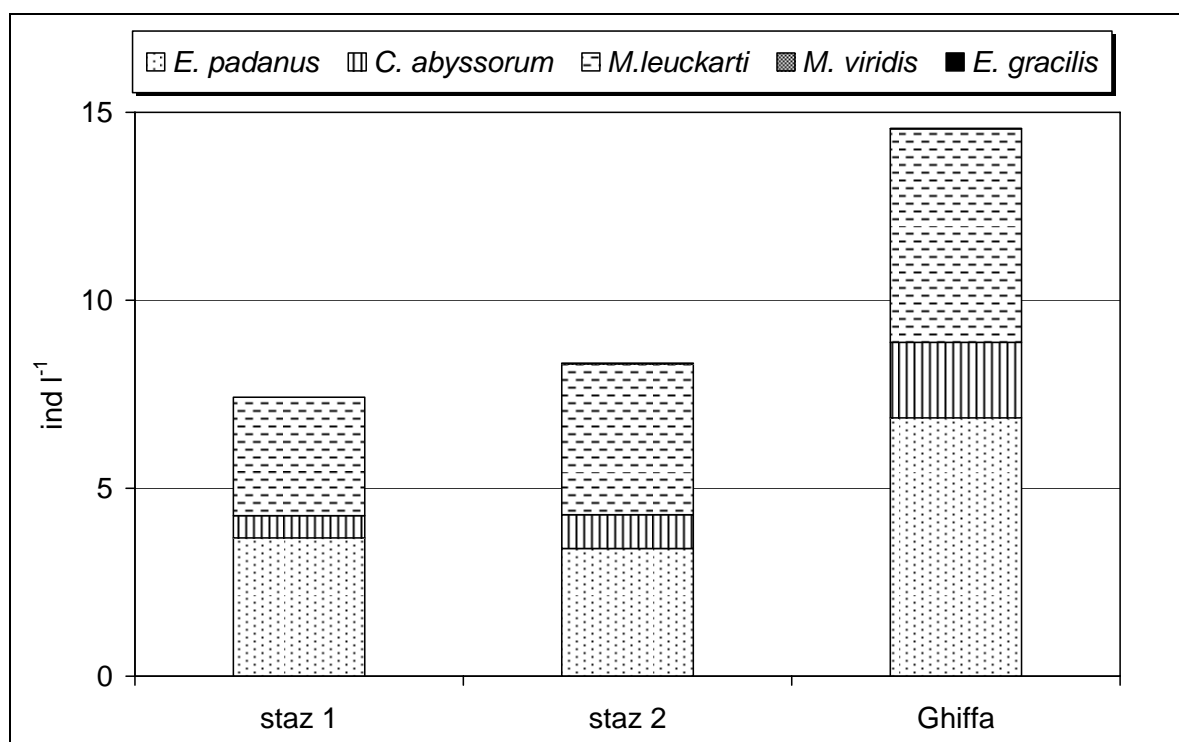


Fig. 20. Densità di popolazione dei diversi taxa componenti il popolamento a copepodi nelle tre stazioni del Lago Maggiore campionate (dicembre 2008).

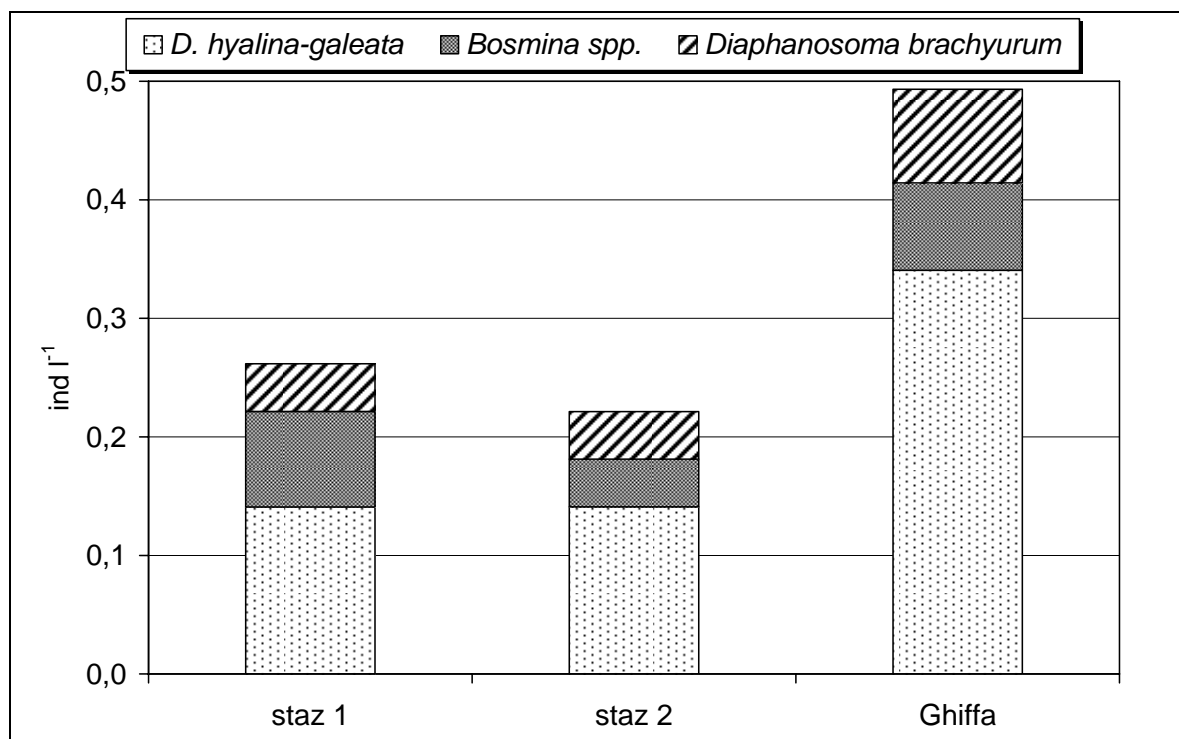


Fig. 21. Densità di popolazione dei diversi taxa componenti il popolamento a cladoceri erbivori nelle tre stazioni del Lago Maggiore campionate (dicembre 2008).